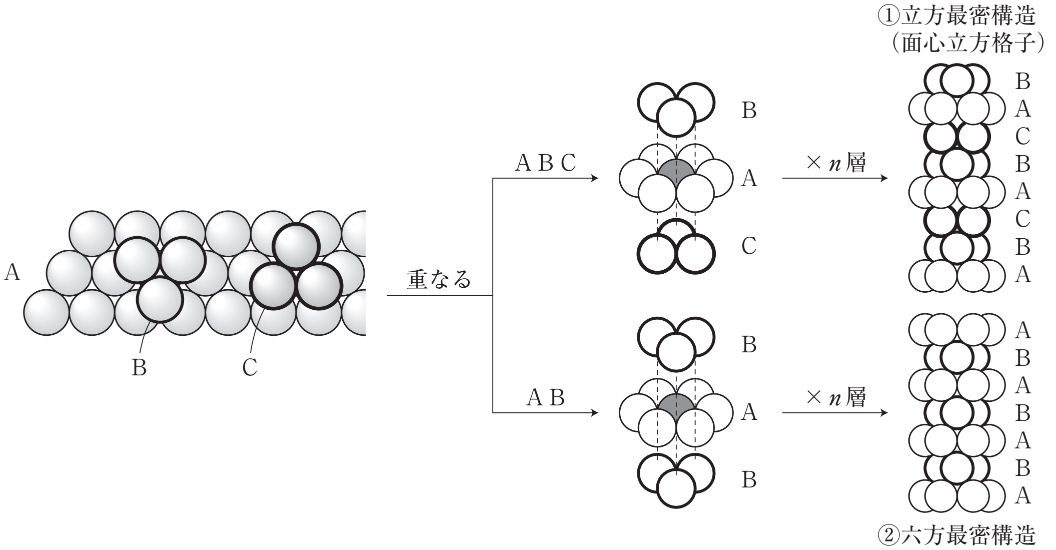
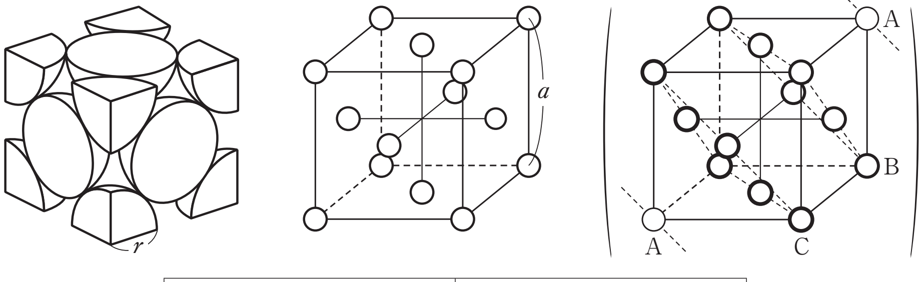
第４講

2　金属結晶（第3講からの続き）

(2)　最密構造：配位数12



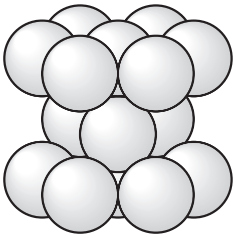
①面心立方格子

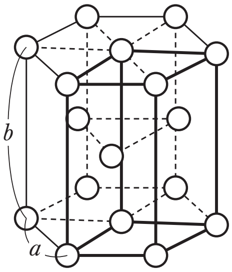


粒子数(n)	4
格子の一辺(a)と原子半径(r)の関係式	$r=\frac{\sqrt{2}}{4}a$
充塡率	0.74（74％）

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②六方最密構造





粒子数(n)	6 （単位格子中；2）
格子底辺の一辺(a)と 原子半径(r)の関係式	$r=\frac{a}{2}$
格子の高さ(b)と 原子半径(r)の関係式	$b=\frac{4\sqrt{6}}{3}r$
充填率	0.74(74％)

⑶　金属結晶の性質

・電気伝導性

・熱伝導性

・延性，展性

・金属光沢

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第4講　演習問題

2　結晶の構造に関する次の文章を読み，問1～問6に答えよ。

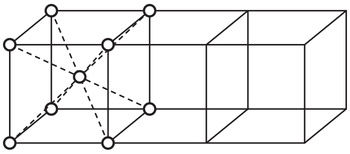


図1

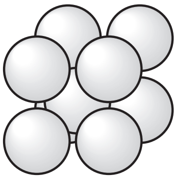


図2

金属結晶中の原子は，図1に示すような(　①　)格子，それに比べて充填率が高い(　②　)構造や面心立方格子という規則的に配列した構造をとる。また，図1には単位格子の右側に同様の単位格子が繰り返し並んでいることを示す立方体が描かれている。1つの原子に最も近接している原子の数を配位数と定義すると，(　①　)格子を構成する原子の配位数は(　③　)である。それに対して(　②　)構造と面心立方格子を構成する原子の配位数は12である。図1の球で示された原子9個を金属結晶中から取り出すと，図2のような原子9個からなる集合体ができる。このようないくつかの原子から構成される原子の集合体をクラスターと呼ぶ。この図2に示したクラスターには，金属結晶中と同じ配位数を持つ原子と，金属結晶中よりも少ない配位数を持つ原子がある。それぞれを内殻原子，露出表面原子と呼ぶ。この露出表面原子の中心を頂点とする多面体を考えると，このクラスターは六面体になっている。

金属原子1.40×10^{-3}molから，クラスターをある条件で合成したところ，すべて同じ原子数を持つ6.48×10^{19}個のクラスター(A)が得られた。このクラスター(A)に含まれる原子の配列は，面心立方格子の金属結晶中の原子の配列と同一であった。また，クラスター(A)の露出表面原子1原子に対して，ある分子(B)が1分子結合する。合成された6.48×10^{19}個のクラスター(A)に，7.78×10^{20}個の分子(B)が結合した。

問1　文中の空欄(　①　)～(　③　)に当てはまる語句を答えよ。

問2　クラスター(A)1個に含まれる原子の個数を答えよ。

問3　クラスター(A)1個に含まれる露出表面原子の個数を答えよ。

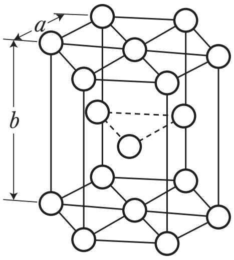
問4　金属原子の半径をrとしたとき，クラスター(A)のある露出表面原子の中心から別の露出表面原子の中心を結んだ線分で最も短いものと最も長いものの長さを答えよ。

問5　クラスター(A)の露出表面原子の配位数を答えよ。

問6　クラスター(A)の露出表面原子の中心を頂点とする多面体を考えると，クラスター(A)は何面体であるかを答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　次の空欄(A)～(C)に当てはまるものを，それぞれ(イ)～(ホ)から選びなさい。



Znの結晶は一般に六方最密構造に分類されるが，実際には，右図において各辺の長さをaおよびbとしたとき，$b > \frac{2\sqrt{6}}{3}a$である。このとき，原子の半径は(　A　)と表される。右図の六角柱の中には(　B　)個の原子が含まれている。Znの原子量をM，アボガドロ定数をNとすると，Znの結晶の密度は(　C　)と表わせる。

A：(イ) $\frac{a}{2}$　(ロ) a　(ハ) $\frac{\sqrt{6}}{8}b$　(ニ) $\frac{\sqrt{6}}{4}b$　(ホ) $\frac{\sqrt{12a^2+9b^2}}{12}$

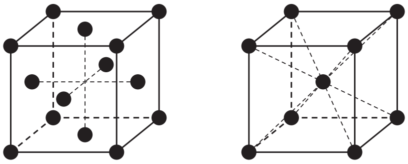
B：(イ) 4　(ロ) 6　(ハ) 10　(ニ) 12　(ホ) 17

C：(イ) $\frac{\sqrt{3}M}{3a^2bN}$　(ロ) $\frac{4\sqrt{3}M}{9a^2bN}$　(ハ) $\frac{2\sqrt{3}M}{3a^2bN}$　(ニ) $\frac{4\sqrt{3}M}{3a^2bN}$　(ホ) $\frac{8\sqrt{3}M}{3a^2bN}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

1　アルミニウム結晶の単位格子は面心立方格子であるのに対し，ナトリウム結晶の単位格子は体心立方格子である。下記の問いに答えよ。



問１　以下の(a)～(d)の記述で正しいものはいくつあるか。下の㋐～㋓の中から選べ。

(a)　単位格子中の原子の数はナトリウム結晶の方が多い。

(b)　一つの原子を囲んでいる原子の数はナトリウム結晶の方が多い。

(c)　単位格子中での原子の体積の占める割合を充填率という。充填率が大きいのはアルミニウム結晶である。

(d)　アルミニウム結晶の単位格子の一辺の長さは0.405 nm，ナトリウム結晶の単位格子の一辺の長さは0.428 nmである。金属原子の半径が短いのはアルミニウムである。($\mathrm{nm}=10^{-9}\mathrm{m}$)

㋐　1　　㋑　2　　㋒　3　　㋓　4

問２　アルミニウム結晶の単位格子の一辺の長さは0.405 nmである。このとき，アルミニウムの密度はいくらか。次の㋐～㋓の中から適切な値を選べ。ただし，アルミニウムの原子量は27とする。

㋐　1.35 $\mathrm{g/cm^3}$　　㋑　2.70 $\mathrm{g/cm^3}$　　㋒　4.05 $\mathrm{g/cm^3}$　　㋓　5.40 $\mathrm{g/cm^3}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　演習問題

2

問１　①　体心立方　　②　六方最密　　③　8

問２　13個

問３　12個

問４　最短；$2r$　　最長；$4r$

問５　5

問６　14面体

3

A　(イ)　　B　(ロ)　　C　(ニ)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第4講　確認テスト

1　問1　㋑　　問2　㋑

【解説】

問1　A：アルミニウム（面心立方格子），B：ナトリウム（体心立方格子）として，

(a)　Aの粒子数は4，Bの粒子数は2であるため，間違い。

(b)　Aの配位数は12，Bの配位数は8であるため，間違い。

(c)　Aは最密構造であるため，充填率はAが大きい。正しい。

(d)　単位格子の一辺の長さをa(nm)とすると，

A：$4r=\sqrt{2}\,a$なので，$r=\dfrac{\sqrt{2}}{4}a=\dfrac{\sqrt{2}}{4}\times 0.405=0.14\,\text{nm}$

B：$4r=\sqrt{3}\,a$なので，$r=\dfrac{\sqrt{3}}{4}a=\dfrac{\sqrt{3}}{4}\times 0.428=0.18\,\text{nm}$

となるため，正しい。

問2　$d=\dfrac{\dfrac{27}{6.0\times 10^{23}}\times 4}{(0.405\times 10^{-7})^3}=\boxed{2.72}\,(\text{g/cm}^3)$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。